AVALIAÇÃO MORFOTECTÔNICA COM BASE EM ASSIMETRIA DE BACIAS DE DRENAGEM EM UM SETOR DA DEPRESSÃO TOPOGRÁFICA DO RIO POMBA (Palma/MG – RJ)[*]

MORPHOTECTONIC EVALUATION BASED ON DRAINAGE BASINS ASYMMETRY IN A PARTICULAR ZONE OF THE TOPOGRAPHIC DEPRESSION OF THE POMBA RIVER (Palma/MG - RJ)

Fabrício Leandro Damasceno Ferreira[†]
https://orcid.org/0000-0001-6231-0504
Thiago Pinto da Silva[‡]
https://orcid.org/0000-0002-1726-9781

Resumo: O presente artigo tem como objetivo fazer uma investigação morfotectônica de um trecho da bacia hidrográfica do rio Pomba, contido na carta topográfica 1: 50.000 de Palma, situado no Estado de Minas Gerais. A metodologia utilizada para obter o Fator de Simetria Topográfica Transversa (FSTT) foram a partir dos *softwares QGis* com a utilização do SRTM. Tem como objetivo geral avaliar o quadro morfotectônico da região, apresentar, mapear e identificar os aspectos morfotectônicos, buscando métodos geomorfológicos específicos para apontar os resultados que serão alcançados no desenvolvimento da pesquisa de investigação e como objetivo específico, compreender a organização da rede de drenagem e contribuir para o estudo morfotectônico. Obteve como resultado uma variação do FSTT entre 0,1 na sub-bacia Ribeirão São João e de 0,92 na sub-bacia Córrego Boa Vista. Os valores apontam uma influência direta das estruturas na evolução geomorfológica, tendo como princípio que a tectônica influência na evolução da paisagem.

Palavras-chaves: FSTT, neotectônica, geoprocessamento, tectonismo, SRTM-Nasa

Abstract: The present article aims to make a morphotectonic investigation of a section of the watershed of the river Pomba, contained in the topographical chart 1: 50,000 of Pomba, situated in the State of Minas Gerais. The methodology used to obtain the transverse topographic symmetry factor were from the QGis software using the SRTM/NASA. The objective of this study is to evaluate the morphotectonic profile of the region, to present, map and identify the morphotectonic aspects, searching for specific geomorphological methods to indicate the results that will be achieved in the development of research and to understand the organization of the drainage network and morphotectonic study. It resulted in a FSTT variation between 0.1 in the Ribeirão São João sub-basin and 0.92 in the Córrego Boa Vista sub-basin. The values obtained indicate a direct influence of the structures in the geomorphology evolution, that is, with the principle that tectonics influences the evolution of the landscape.

Keywords: FSTT, neotectonics, geoprocessing, tectonism, SRTM-NA

---

[*] Artigo recebido em: 20 de novembro de 2018. Aceito em: 23 de agosto de 2019
[†] Universidade Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. Mestrando em Geologia/Geofísica Marinha pela Universidade Federal Fluminense. Autor correspondente. E-mail: fabricioleandro@id.uff.br
[‡] Universidade Federal Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. Doutor em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

1. Introdução

Os processos de reativação tectônica no Brasil estão ligados à formação do continente Gondwana, principalmente em seu período de rompimento, o que provocou fraturamentos e falhamentos por toda a costa brasileira. Na região Sudeste, a formação do Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB) definido por Ricommini (1989 apud Ricommini et al., 2004), que compreende regiões deprimidas, que se entendem pelas bacias de Taubaté, Resende, Volta Redonda e Itaboraí, aparece como feição principal que resultou de tais processos. A alternância entre vales/planícies e serras nessa região, definida por Zalán & Oliveira (2005) como uma sucessão de horstes e grábens escalonados, aumentou a área de atuação para além das bacias sedimentares, nomeando assim o Sistema de Rifts Cenozóicos do Sudeste de Brasil (SRCSB). O presente estudo apresenta uma investigação morfotectônica realizada em um determinado trecho da bacia hidrográfica do rio Pomba, um dos afluentes do rio Paraíba do Sul, correspondente à área abrangida pela carta topográfica do IBGE, na escala de 1:50.000, de Palma. Esta investigação será realizada pela análise da reorganização da rede de drenagem da região de estudo, tendo o principal foco a assimetria das bacias de drenagem. A área de estudo encontra-se no médio-baixo curso do Paraíba do Sul, o que a coloca dentro do contexto do SRCSB, acarretando trabalhos com o enquadramento da neotectônica, onde nesta região constam relatos de feições lineares do relevo que apontam a característica da atuação tectônica na área de estudo

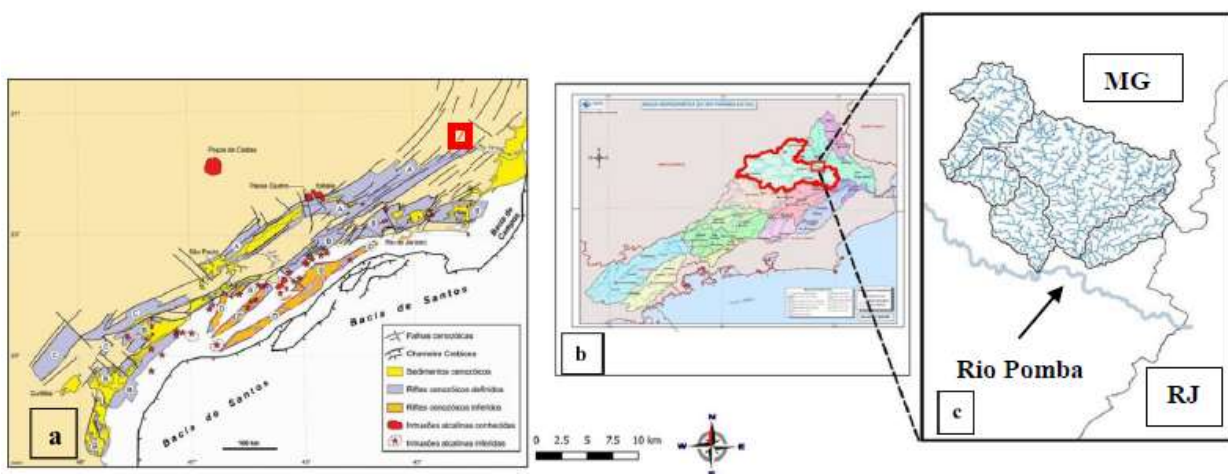
Os estudos de Baiense (2011) tem embasamento prático e teórico na neotectônica e Silva (2012) na morfotectônica, sendo baseado em padrões de drenagens que englobam a área do presente trabalho, principalmente, ambos motivaram tal estudo, na busca de identificar feições tectônicas a partir da análise da drenagem na carta topográfica 1: 50.000, que abrange, parte da bacia do rio Pomba, e a porção final do lineamento de Além Paraíba, que se estende até o município de Itaocara/RJ, proposto por Almeida et al.(1975) apud Silva (2006) como um alinhamento tectônico, com cerca de 260 km de extensão. A partir disto, este trabalho tem como objetivo geral realizar uma investigação morfotectônica na região da carta topográfica de Palma, com ênfase na identificação de assimetria de bacias de drenagem.

E como objetivos específicos, compreender a organização da rede de drenagem que compõe a área abrangida por parte da bacia hidrográfica do rio Pomba, analisar a geomorfologia local com a finalidade de indicar áreas potencialmente atingidas por movimentação neotectônica,

contribuir para os estudos morfotectônico, sendo o quadro que sintetiza a evolução do relevo e criar mapas hipsométrico e bacias hidrográficas para contribuir com novos estudos.

2. Área de estudo

A área de estudo situa-se no médio-baixo curso do Paraíba do Sul, em uma localização adjacente ao SRCSB e com o enquadramento da neotectônica. O presente estudo baseia-se na carta topográfica de Palma na escala de 1:50.000 que está situada em Minas Gerais e um pequeno trecho do Rio de Janeiro, se localiza a 368 km da capital do Estado- Belo Horizonte. De acordo com Silva (2012), a bacia de drenagem do rio Pomba, está inserida na bacia do médio-baixo rio Paraíba do Sul. O rio Pomba tem sua cabeceira na serra da Mantiqueira, atravessa a área ao longo de aproximadamente 180 km com um desnível topográfico de cerca de 500 m e desemboca no rio Paraíba do Sul próximo a Itaocara (Figura1).

Figura 1: Riftes Cenozoicos do Sudeste do brasil (Zalán e Oliveira, 2005) e Mapa de localização da carta topográfica de Palma (RJ/MG) inserida no contexto da bacia Hidrográfica do rio paraíba do Sul (Agência Nacional de Águas – ANA).

Fonte: Zalán e Oliveira, 2005 (a), Agência Nacional de Águas – ANA (b) e Autoria própria (c).

2.1 Geologia

A área de estudo, inserida na região Sudeste do Brasil, está geotectonicamente situada na Província da Mantiqueira, que se estende do sul da Bahia ao Uruguai, totalizando uma área de cerca de 700.000 km². Este sistema é constituído pelos orógenos Araçuaí, Ribeira, Dom Feliciano e São

Gabriel, e pela zona de interferência entre os orógenos Brasília e Ribeira, tal estrutura foi definida por Almeida et al. (1981), e é classificada como Sistema Orogênico Mantiqueira.

O arcabouço geotectônico do Sudeste é formado pelo Cráton de São Francisco (CFS), uma estrutura neoproterozóica, estável e circundada por orógenos instalados durante a Orogênese Brasiliana/Pan-Africana, que foi de grande importância para estabilização dessa região durante o fechamento do Gondwana. A área estudada neste trabalho está compreendida, principalmente, na Faixa Ribeira.

A formação do Orógeno da Ribeira se deu, majoritariamente, pelo movimento colisional entre o Cráton de São Francisco e a placa do Congo, durante o ciclo Brasiliano, que provocou um empilhamento de leste para oeste-noroeste. Este evento de colisão apresentou um caráter oblíquo e, em razão deste fato, a deformação principal exibe clara partição entre zonas com predomínio de encurtamento frontal e zonas com componente transpressivodextral, de acordo com Heilbron et al. (2004). Nesse sentido, de acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2001), a geologia desses estados e da área de estudo está baseada nos processos de formação da Faixa Ribeira, ligadas à sua evolução tectono-metamórfica. Esta evolução orogênica foi responsável pela deformação, metamorfismo, magmatismo e articulação dos diversos terrenos, dando origem a rochas que datam.

2.2 Geomorfologia

O presente trabalho tem o enfoque no Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados, que é onde se encontra a área da carta estudada, área está caracterizada pela ocorrência de marcas de falha, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, exercendo controle estrutural sobre a morfologia atual. Este pode ser notado pela ocorrência de linhas de falha, escarpas de grandes dimensões e relevos alinhados.

De acordo com RADAMBRASIL, Gatto et al. (1983) apontam que esse domínio é composto por oito regiões geomorfológicas, que são: Colinas e Maciços Costeiros, Planalto de Paranaciacaba, Escarpas e Reversos da Serra do Mar, Vale do Paraíba do Sul, Planalto de Amparo, Mantiqueira Meridional, Mantiqueira Setrentional e Compartimentos Planálticos do Leste de Minas. A presente área está inserida na região do Vale do Paraíba, em duas unidades específicas, o Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul e a Depressão Escalonada dos Rios Pomba-Muriaé. Essas unidades são caracterizadas como: - Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul: localizada

no setor médio da bacia do rio Paraíba do Sul, cujas feições do relevo refletem o forte controle geológico disposto em um conjunto de falhas e fraturas de orientação NE-SW (RADAMBRASIL, 1983; Corrêa Neto, 1995, apud Silva, 2003) e Depressão Pomba-Muriaé: Está unidade geomorfológica apresenta um relevo escalonado, com cotas altimétricas que oscilam entre 100 e 700m, à medida em que se aproxima da Serra da Mantiqueira. Na sua porção a oeste, os altos vales dos rios Pomba e Muriaé dissecam transversalmente os lineamentos das formas de relevo integrantes das Serranias da Zona da Mata Mineira, formando patamares e gargantas. A rede de drenagem apresenta cabeceiras na Serra da Mantiqueira, com acelerada erosão remontante, abrindo extensa depressão em direção ao rio Paraíba do Sul. Os divisores das bacias são representados por alinhamentos serranos isolados da Unidade Alinhamento de Cristas do Paraíba do Sul.

De acordo com a APAM do Capivara, (2014), o relevo desta região tem as suas características devido a sua forma fluvial de dissecação que acaba interferindo no resultado nos cursos de água de diferentes magnitudes. As variedades mais presentes nesta região são: Colinas com vales encaixados ou de fundo chato e vertentes com presença de Ravinas, o que pode caracterizar esta região com forma de Mares de Morros (Figura 2).

Figura 2: Visão parcial da unidade geomorfológica da Depressão do Pomba-Muriaé em São João da Sapucaia. Destaca-se o relevo colinoso de topos aplainados, característico de mares de morros. Em destaque, as feições de fundo de vale plano. Bacia do córrego Ribeirão São João, município de Laranjal (MG).

Fonte: Autoria própria.

3. Metodologia

Os métodos de análises dos padrões de drenagem foram constituídos de acordo com o conceito e a interpretação de Cox (1994), Gontijo (1999), Cox *et al.* (2001) e Silva (2012), sendo possível fazer as análises dos afluentes da bacia hidrográfica do rio Pomba, a partir da extração de cinco sub-bacias da carta topográfica, hierarquização de bacias de drenagem de 4ª ordem, delimitação dessas bacias de drenagem, e determinação do fator de simetria topográfica transversa de cada uma e calcular o índice de simetria de cada bacia. A partir dos resultados obtidos, pretende-se apresentar se alguns trechos resultam de atividades neotectônias e após estes resultados, apontar se a rede de drenagem desta região está diretamente direcionada a presença de falhas, sendo utilizado o *software* de Sistemas de Informações Geográficas *Qgis 2.14.0-Essen* para realizar todo o mapeamento da área estudada.

3.1 Análise Hipsométrica

O mapa hipsométrico, um dos mapas geomorfológicos, permite destacar áreas que possuem a mesma medida de altura da superfície terrestre com relação a um determinado nível vertical referencial (dátum), sendo ele, o nível médio do mar.

De acordo com Silva, (2006) a visualização direta da organização espacial dos diferentes compartimentos geomorfológicos é um bom instrumento para a percepção de indicadores a respeito do controle do substrato litológico e estrutural na dinâmica evolutiva do relevo, já que as diferentes altitudes estão intimamente associadas a variações litoestruturais ou tectônicas.

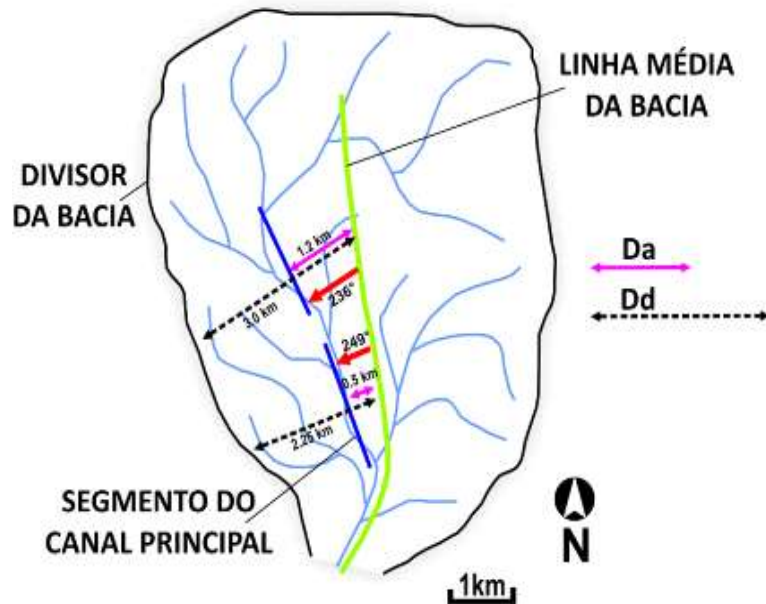
A elaboração do mapa hipsométrico foi necessária para analisar a divisão de classes altimétricas selecionadas a partir do modelo digital de elevação *SRTM/NASA* (*Shuttle Radar Topography Mission – http//seamless.usgs.gov*), com base cartográfica na escala 1:50.000 e com resolução de 90 metros. As classes altimétricas selecionadas foram destacadas, a partir de cores distintas, para a visualização espacial das principais unidades do relevo, utilizando o programa *QGIS 2.14.0-Essen.*

O mapa hipsométrico tem como objetivo, destacar as áreas elevadas e as deprimidas, que pode apresentar algum tipo de controle geológico, sendo eles: litológico e/ou estrutural ou até mesmo controle tectônico na sua formação.

3.2 Análise da Assimetria das Sub-Bacias

A rede de drenagem de determinada região é influenciada por fatores como o clima e a constituição litológica, tendo as estruturas geológicas como os fatores condicionantes mais importantes para a configuração desta rede (Howard, 1967; Summerfield, 1986, 1991). Por este motivo, a rede de drenagem expressa um grande controle das estruturas geológicas que suas características são utilizadas como uma base para o reconhecimento e classificação nas análises.

Além dessas feições típicas de processos da reorganização da rede de drenagem, a assimetria de drenagem, em relação a suas bacias de drenagem, também pode expressar a influência de mecanismos tectônicos ativos para sua formação, mais especificamente para a identificação de basculamento de blocos crustais (Cox, 1994 e Cox et al., 2001). O método que foi utilizado para calcular a assimetria das bacias de drenagem é pautado no que foi aplicado originalmente por Cox (1994), que é a determinação do índice de assimetria de drenagem, o Fator de Simetria Topográfica Transversa (FSTT). Neste aspecto, os índices do FSTT podem variar entre simétrico, onde há a coincidência entre o rio principal e a linha média da bacia, e onde o canal encontra-se próximo à linha divisória da bacia de drenagem, indicando uma drenagem assimétrica. A utilização desta técnica permite afirmar que se um dado canal está situado exatamente no meio de sua bacia de drenagem, FSTT será igual a zero e, portanto, T será igual a zero, revelando um trecho simétrico dentro de uma bacia de drenagem e quanto mais próximo de 1 for T, maior é a assimetria de uma bacia o que caracteriza por uma influência de mecanismos tectônicos na sua formação, Da corresponde à distância da linha média do eixo da bacia de drenagem até a linha média e Dd = a distância da linha média da bacia até o divisor da bacia (Figura 3).

Figura 3: Modelo com o cálculo do Fator de Simetria Topográfica Transversa com os dados de Da e Dd de uma determinada bacia.

Fonte: Ribeiro, 2010 (Modificado de Cox, (1994)).

4. Resultados e discussões

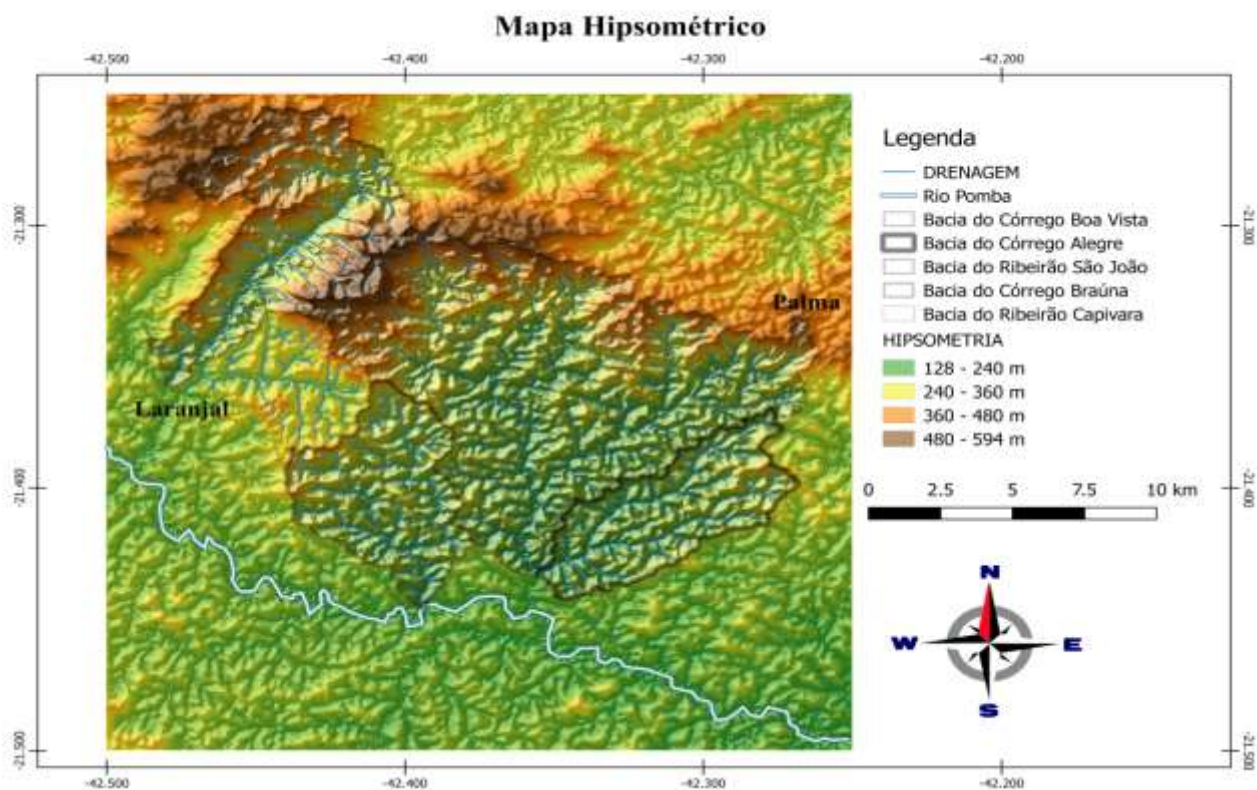
4.1 Análise do Mapa Hipsométrico

Optou-se por iniciar as análises pela confecção de um mapa hipsométrico, com o intuito de reconhecer, organizar espacialmente essas grandes diferenças de altitudes e ressaltar as áreas topograficamente deprimidas.

O mapa hipsométrico apresentou-se ser muito adequado para demarcar a segmentação topográfica local, evidenciando os limites deprimidos onde está encaixado o rio Pomba, representado pela faixa alongada com a predominância de cotas altimétricas de 128 metros, obtendo uma orientação geral Nordeste - Sudoeste. Destacam-se, além disso, áreas com altitudes elevadas, normalmente a 594 metros, na região superior.

As localidades que possuem as maiores altitudes da área de estudo são as regiões superiores da carta topográfica de Palma apresentando uma variação topográfica de maior representatividade nos trechos a montante do rio Pomba, sendo um relevo acentuado (Figura 4) e apresenta uma modificação da altitude de cerca de 128 metros nas proximidades da depressão hidrográfica.

O mapa hipsométrico (Figura 4) mostrou as diferenças entre as classes de altitudes presente na área de estudo. As menores altitudes são representadas pelos intervalos altimétricos de 128m a 240m, observados na área de depressão, próximo à região fluvial do rio Pomba. As cotas que variam entre 240m e 400m correspondem aos vales do rio Pomba e seus afluentes. As maiores altitudes topográficas chegam a cerca de 594 metros na região da Serras da Castilha e da Serra dos Dias.

Figura 4: Mapa hipsométrico da carta topográfica de Palma na escala 1.50:000 com as cinco sub-bacias de 4ºordem.

Fonte: Autoria própria.

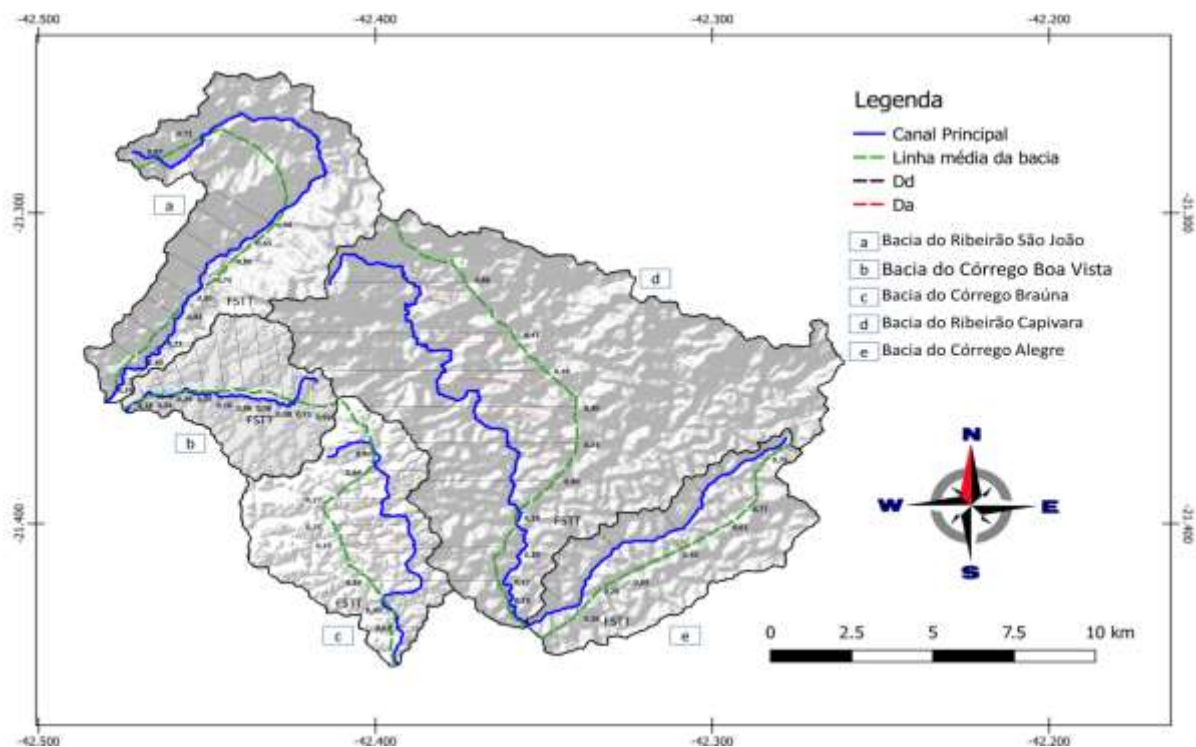
4.2 Análise da Assimetria das Bacias de Drenagem

A análise do FSTT se fundamentou na composição das bacias de 4º ordem dos afluentes do rio Pomba, sendo elas: Córrego Braúna, Córrego Alegre, Córrego Boa Vista, Ribeirão São João e Ribeirão Capivara (Figura 5).

A resposta direta e evidente da rede de drenagem a uma possível estruturação tectônica regional torna este elemento geomorfológico uma ferramenta confiável (Summerfield, 1987), e a partir deste conceito, a análise da rede de drenagem é o elemento fundamental para este estudo.

Diante da análise do FSTT de bacia de drenagem, foram realizadas as análises da bacia dos afluentes do Rio Pomba, entre seus cursos e seus divisores para cada dos diferentes setores das sub-bacias. Ao todo foram criados 43 vetores de assimetria (FSTT), a partir da distância do canal principal até a linha média da bacia (Da) e da distância do divisor da bacia até a linha média da bacia (Dd), obtendo uma variação de 0,92 na sub-bacia Córrego Boa Vista e 0,1 na sub-bacia Ribeirão São João, o que pode afirmar a variação entre simétrico e assimétrico em determinado trecho do curso. É importante ressaltar que, quanto mais próximo de 1 for o Fator de Simetria Topográfica Transversa (FSTT), maior é a assimetria de uma bacia e, pode-se dizer, que maior é a influência tectônica na sua formação.

Os Valores do Fator de Simetria Topográfica Transversa da sub-bacia do Córrego Braúna variam entre 0,80 a 0,64 (nascente), 0,38 á 0,21 na região do médio curso e 0,62 no limite inferior da bacia (exutório) é importante ressaltar a direção do curso desta sub-bacia que tem a sua direção no lado oeste da bacia (Montante) e tem o seu ponto de saída no lado leste (Jusante). Já na sub-bacia do Córrego Alegre, obteve uma variação de 0,29 e 0,38 no ponto de saída, 0,42 e 0,53 no médio curso e 0,75 e 0,77 na região das nascentes. No Córrego Boa Vista, o FSTT variou entre 0,18 a 0,29 no limite inferior da sub-bacia, de 0,25 até 0,08 no médio curso, chegando a 0,92 na região da nascente, tendo a sua direção do seu curso na direita e a nascente do lado esquerdo. No Ribeirão São João, o índice foi de 0,24 á 0,30 no exutório da sub-bacia, 0,75 á 0,83 no médio curso e chegando a 0,87 na nascente e no Ribeirão São João, o índice foi de 0,24 á 0,30 no exutório da sub-bacia, 0,75 á 0,83 no médio curso e chegando á 0,87 na nascente.

Figura 5: Análise das sub-bacias com os valores de Da e Dd e o fator de Simetria Topográfica Transversa.

Fonte: Autoria própria.

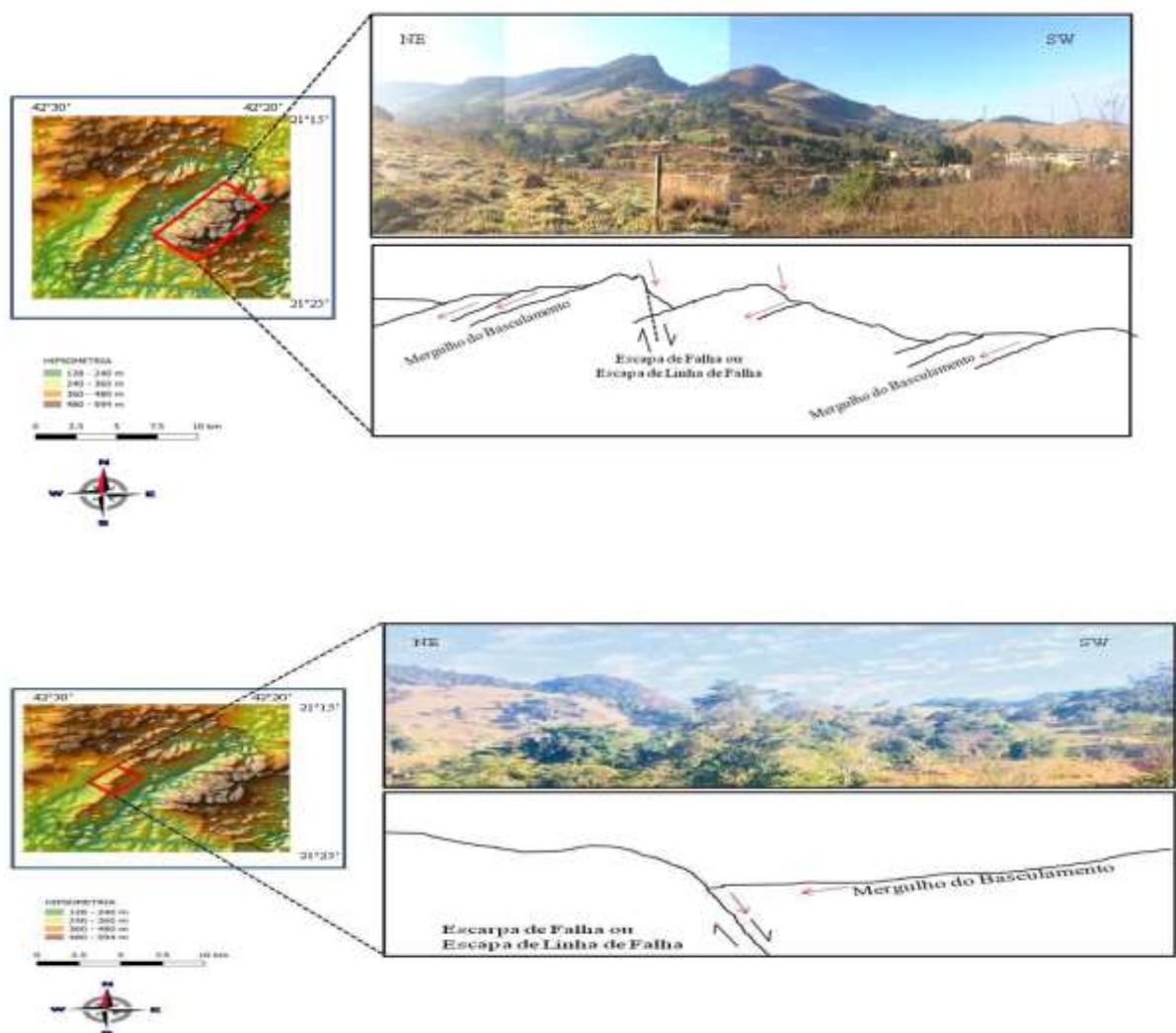
4.3 Discussões

As condições que foram identificadas no decorrer desta pesquisa apontam uma assimetria das bacias por basculamento de blocos sobre influência da atividade tectônica com a aplicação do Fator de Simetria Topográfica Transversa. Os dados obtidos pela análise de cada bacia indicam uma possibilidade de ter havido basculamento denominado basculamento intermediário e com ocorrência de valores mais elevados no decorrer do fluxo de cada bacia, sendo identificado nas partes montantes das bacias São João e do Córrego Alegre (Figura 6).

Porém, não se pode desprezar a forte detração do curso do rio para a direita, na parte mais baixa (Jusante) de algumas bacias, sentido ao rio Pomba, que mostra de forma mais clara a atividade tectônica que modificou o trecho do curso em dois sentidos, sendo a leste no baixo e médio curso e a oeste no alto curso, totalmente diferentes em termos de direção.

É importante ressaltar a direção do relevo da sub-bacia do Ribeirão São João e do Córrego Capivara, que apresenta interflúvios com encostas suaves para NW e encostas muito abruptas com sentido SE e destaca-se o quando as duas sub-bacias são íngremes nas margens indo em direção do

rio Pomba. Constata-se que os valores obtidos do Fator de Simetria Topográfica Transversa que são mais altos, estão deslocados para a margem direita de todas as bacias no baixo e médio curso, porém que apenas no alto curso é que o canal está situado para a margem esquerda das bacias.

Figura 6: Modelos com interpretações indicando o basculamento de bloco com o relevo associado, destacando a direção da Escapa de Falha ou Escapa de Linha de Falha e a orientação do relevo. BR- 116 Município de Laranjal (MG).

Fonte: Autoria própria.

5. Considerações finais

A área de estudo se encontra num contexto de falhas no sentido Nordeste – Sudoeste, que atua um forte controle sobre a drenagem local, evidente na direção de parte do canal do rio Pomba. Esta discussão é fundamentada pelos estudos de Silva (2012), Baiense (2011) e Zalán & Oliveira (2005), que afirmam a existência de falhas com mesmo sentido nesta região, atuando sobre a rede de drenagem. A pesquisa geomorfológica realizada ao longo da carta topográfica de Palma, aponta a importância do escalonamento topográfico interno à área deprimida do Rio Pomba, segundo a um sentido NE-SW.

Os resultados obtidos com a pesquisa auxiliaram analisar a influência dos condicionantes tectônicos na formação do relevo nesta região. A análise das orientações principais, sendo elas: Nordeste – Sudoeste, com a atuação neotectônica no Sudeste do Brasil, reconhecida por Ricommini (2004) entre outros, ou seja, as falhas reconhecidas mostram a presença morfotectônica na área estudada. Neste contexto, Ignácio, (2017) relata que essas falhas que controlam a drenagem e atuam na área são de difícil visualização, por isso as conclusões tiradas sobre as mesmas são em hipóteses baseadas na reorganização da rede de drenagem. Este estudo, baseado em outros trabalhos com intuito de identificação e localização das falhas, pode ocorrer para uma melhor compreensão da área, o trabalho de Baiense (2011) encontrou várias falhas em regiões próximas e também em Palma, sendo mais uma evidência neotectônica que pode ocorrer na região desta pesquisa.

A partir da análise de assimetria de drenagem, pode-se permitir a demonstração da expressão das reativações morfotectônicas na configuração da rede de drenagem, presente no local já citado, portanto, o Fator de Simetria Topográfica Transversa pode contribuir para este debate. Os valores obtidos apontam uma influência direta das estruturas na evolução geomorfologia, ou seja, tendo como princípio que a tectônica influencia na evolução da paisagem e mostram que esta área ocorre feições que indicam ocorrência de anomalias, sendo uma delas a captura de drenagem.

Por este motivo, pode-se concluir que a tectônica atuante no Sudeste brasileiro a partir do início da Era Cenozoica, constitui o mecanismo de origem e deformação do SRCSB e se estende até a área do presente estudo, portanto, esse controle parece ter influenciado na formação do relevo local.

6. Referências Bibliográficas

APAM, Palma, de: **Relatório técnico de criação da área de proteção ambiental do Capivara**, janeiro de 2014. Palma, Minas Gerais, p. 3 á 63.

BAIENSE, M.C. 2011. **Condicionantes geológicos da configuração do relevo na Depressão dos rios Pomba e Muriáe (MG/RJ)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 72p.

BISHOP, P. 1995. **Drainage Rearrangement by River Capture, Beheadind and Diversion**. In: Progress in Physical Geography. 19(4). pp.449-473.COX, R. T. 1994. **Analysis of Drainage Basin Symmetry as a Rapid Technique to Identify Areas of Possible Quaternary Tilt** – Block Tectonics: An Example of MississipiEnbayment. Geological Society of America Bulletin, 106: 571-581.

CPRM – **Serviço Geológico do Brasil.** ***Geologia do Estado do Rio de Janeiro. 2001***. Brasília. p.614.

COX, R. T.; ARSDALE, R. B. V.; HARRIS, J. B. 2001. **Identification of possible Quaternary deformation in the northeastern Mississipi Embayment using quantitative geomorphic analysis of drainage-basin asymmetry**. Geological Society of America Bulletin, v. 113, n. 5, p. 615-624, mai.

GATTO, Alcides. RADAMBRASIL. 1983. Folhas SF23/24: Rio de Janeiro/Vitória; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. MME, Rio de Janeiro, RJ. 32, 780p.

GONTIJO, A.H.F. 1999. **Morfotectônica do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul: Região da Serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro**. Tese de Doutoramento, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP. Rio Claro (SP). 259p.

HEILBRON, Mônica; et al. **Província Mantiqueira. Geologia do Continente Sul-Americano – Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. 2004. In: V. MANTESSO-NETO, A. BARTORELLI, CARNEIRO, C.R. & BRITO NEVES, B.B. (orgs.) São Paulo: Beca, p. 203-235.

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 15 de março de 2018.

IGNÁCIO, B. F. **Investigação morfotectônica com base em anomalias de drenagem em um trecho da bacia do rio Pomba (Santo Antônio de Pádua/RJ).** Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 28p.

MELLO, C.L.; HEES, F.J. MOURA, J.R.S.; METELO, C.M.S. 1999. **Neotectonic control on a river capture system in the Paraíba do Sul middle valley - Bananal (SP)**. In: GEOVEG99 - IGU MEETING ON GEOMORPHIC RESPONSES TO ENVIRONMENTAL (VEGETATION) CHANGES, PROBLEMS AND REMEDIAL WORK. Rio de Janeiro, Brasil.

MENDES, Laura Delgado; FERNANDES, Nelson Ferreira; GONTIJO-PASCUTTI, Ambrosina Helena Ferreiro. **Morfotectônica da Bacia Hidrográfica do rio Bonito, Petrópolis**, RJ. 2007. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.8, n.1, p.63-77.

AMPA, Palma, de: **Relatório técnico de criação da área de proteção ambiental do Capivara**, janeiro de 2014. Palma, Minas Gerais, p. 3 á 63.

RICCOMINI, Claudio; SANT'ANNA, Lucy Gomes; FERRARI, André Luiz. **Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil**. 2004. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R; BRITO NEVES, B.B. (orgs.). **Geologia do Continente Sul-Americano***:* evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, p.383-405.

SAADI, A. 1990. **Um "rift" neo-cenozóico na região de São Joao del Rei – MG; borda sul do Cráton do São Frasncisco**. In: sbg/mg, workshop sobre neotectônica e sedimentação cenozóica continental no sudeste brasileiro, 1, boletim sbg/mg, 11:63-79.

SAADI, A. 1993. **Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminares. Geonomos**, 1(1):1-15.

SILVA, T. P. 2006. **Neotectônica na região da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul e áreas adjacentes, entre Miguel Pereira (RJ) e Juiz de Fora (MG)**. 125p.Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

SILVA, T. P. 2012.**Modelo Geológico-Geomorfológico da Evolução da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Geologia - Instituto de Geociências. UFRJ. 139p.

SILVA, Thiago Pinto da; MELLO, Cláudio Limeira. **Reativações Neotectônicas na Zona de Cisalhamento do rio Paraíba do Sul (Sudeste do Brasil).** 2011. Geologia USP: Série Científica. Série Científica, v. 11, p. 1-20.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?)**. 1999. São Paulo. Paulo's Comunicações e Artes Gráficas. 366p.

ZALÁN, Pedro Victor; OLIVEIRA, João Alberto Bach de. **Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil.** 2005. Boletim de Geociências Petrobras, v. 13, n. 2, p. 269-300.